



PCT/FR 00/01660

FR 00/1660  
EGV

REC'D	23 AUG 2000
WIPO	PCT

*[Signature]*

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le ..... **20 JUIN 2000** .....

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine Planche', is enclosed in an oval shape.

### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE

**SIEGE**  
**INSTITUT**  
**NATIONAL DE**  
**LA PROPRIETE**  
**INDUSTRIELLE**

26 bis, rue de Saint Petersbourg  
 75800 PARIS Cedex 08  
 Téléphone : 01 53 04 53 04  
 Télécopie : 01 42 93 59 30

THIS PAGE BLANK (USPTO)

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservez à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES	18 JUIN 1999	18 JUIN 1999
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	9907982	
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT	LY	
DATE DE DÉPÔT	18 JUIN 1999	

### 2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

brevet d'invention  demande divisionnaire  
 certificat d'utilité  transformation d'une demande de brevet européen demande initiale brevet d'invention

### Établissement du rapport de recherche

diffère  immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance  oui  non

### Titre de l'invention (200 caractères maximum)

Dispositif permettant d'analyser instantanément le débit d'injection coup par coup fourni par un système d'injection utilisé dans un moteur thermique.

### 3 DEMANDEUR (S) n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

EFS SA

Forme juridique

Société Anonyme

Nationalité (s) FRANCAISE

Adresse (s) complète (s)

Pays

Allée des Chênes  
ZAC DU BACONNET  
69700 MONTAGNY

FRANCE

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre

### 4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

oui

non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

### 5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

requise pour la 1ère fois

requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

### 6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTIÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

### 7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

### 8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

Philippe MAUREAU  
CPI 921171

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR  
(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

99 07 982

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

TITRE DE L'INVENTION :

Dispositif permettant d'analyser instantanément le débit d'injection coup par coup fourni par un système d'injection utilisé dans un moteur thermique.

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

CABINET GERMAIN & MAUREAU  
B.P 6153  
69466 LYON CEDEX 06

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

SCHMIDT François  
18 rue de la Tourtière  
69390 MILLERY/FRANCE

EYNARD Pierre  
149 rue du Coteau  
69280 MARCY L'ETOILE/FRANCE

MAURIN Bernard  
6 rue Pasteur  
69600 OULLINS/FRANCE

GAUTHIER Christian  
7 allée de Tralluy  
69210 LENTILLY/FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

LYON, le 18 JUIN 1999

Philippe MAUREAU  
CPI 921171

Cabinet GERMAIN & MAUREAU  
Conseils en Propriété Industrielle  
*Philippe Maureau* rue Boileau  
69006 LYON

La présente invention concerne un dispositif permettant d'analyser instantanément le débit d'injection coup par coup fourni par un système d'injection utilisé dans un moteur thermique. Les systèmes d'injection concernés sont aussi bien ceux que l'on retrouve sur des véhicules équipés d'un moteur Diesel, d'un moteur essence, d'un moteur fonctionnant au GPL (gaz de pétrole liquéfié), ou tout autre type de moteur.

Les systèmes d'injection comportent typiquement une ou plusieurs pompes à injection chargée de mettre du carburant sous une pression qui peut aller actuellement de 100 à 2 500 bars, un ou plusieurs réservoirs de carburant sous pression, un, voire plusieurs, injecteurs par cylindre du moteur à alimenter et un système de pilotage, de plus en plus souvent électronique, chargé de commander la valeur des masses ou volumes de carburant injecté en fonction des conditions d'environnement du moteur, des caractéristiques du carburant et des nécessités de la conduite du moteur.

L'évolution actuelle des systèmes d'injection va vers l'augmentation de la pression du carburant et de la précision du contrôle des quantités injectées. On essaie d'optimiser tout paramètre qui permet d'améliorer le rendement du moteur et de diminuer l'impact de son fonctionnement sur l'environnement, notamment sous forme de pollutions gazeuses et sonores.

Des dispositifs de mesure ont été conçus pour permettre aux constructeurs de systèmes d'injection et de moteurs thermiques, d'effectuer la mise au point des injecteurs ainsi que les réglages et les vérifications de conformité en cours de fabrication et lors de l'installation pour l'utilisation finale.

Les dispositifs de mesure connus sont utilisés en conjonction avec un banc d'essai spécifique dont le rôle est essentiellement d'assurer la rotation d'une pompe d'injection et la fixation des différents éléments du système d'injection sous test. Ces dispositifs ne sont pas utilisables sur un moteur thermique à injection en fonctionnement nominal. Les mesures se font souvent en utilisant un fluide différent du carburant pour l'injection duquel le système d'injection est conçu. Ce fluide est choisi pour présenter des caractéristiques hydrauliques proches de celles du carburant mais avec une température de point d'éclair plus élevée afin de minimiser les risques d'incendie et d'explosion. Ainsi, par la suite, le terme carburant sera

également utilisé pour désigner le fluide utilisé pour réaliser des mesures de débit.

L'appareil de mesure comprend une section mécanique ainsi qu'une section électronique. La section mécanique comprend un système 5 de fixation pour recevoir un ou plusieurs injecteurs, une cellule de mesure par injecteur pour l'élaboration d'une image électrique de la quantité de fluide injecté et un système d'évacuation de fluide.

La section électronique présente généralement la forme d'un coffret équipé de différents moyens d'interface avec l'opérateur tels un 10 écran et un clavier ainsi que d'autres systèmes de traitement extérieur. La section électronique traite un signal électrique fourni par la section mécanique, contrôle et pilote différents éléments de servitude concourant au processus de mesure.

La technique de base utilisée pour la réalisation de ces appareils 15 de mesure repose sur la mesure du déplacement d'un piston coulissant dans une chemise, l'ensemble délimitant un volume de mesure déformable dans lequel est dirigé le carburant injecté. Toute quantité de carburant ajoutée dans ce volume provoque un déplacement du piston qui peut être facilement converti en signal électrique par l'utilisation d'un des nombreux 20 types de capteur disponible pour cet usage. Il s'agit d'une mesure volumique. La conversion en mesure massique se fait par calcul en utilisant la valeur de la densité du carburant. Pour garantir un calcul précis, la température du carburant est mesurée dans le volume de mesure.

D'autres méthodes sont utilisées pour obtenir des informations 25 de type temporel, lorsqu'on se réfère à une échelle temporelle, ou angulaire lorsqu'on se réfère à une échelle liée à la rotation de l'arbre moteur. Deux méthodes sont principalement utilisées. Elles sont fondées sur une mesure de variation de pression instantanée et sont mises en œuvre dans des appareils de mesure de structure géométrique différentes de celles mettant 30 en œuvre un piston. La méthode dite de "Bosch" utilise un long tube enroulé et celle dite de "Zuech" un volume de quelques centaines de mm<sup>3</sup>. Ces méthodes permettent de savoir à quel instant précis du carburant est injecté mais elles apportent une mauvaise précision quant à l'amplitude du débit de carburant. Ces méthodes ne permettent donc pas de connaître 35 précisément la quantité de carburant injectée.

Les dispositifs de mesure connus permettent donc soit de

connaître précisément la quantité de carburant injectée par un injecteur soit de connaître l'allure de la courbe du débit en fonction du temps. Il n'existe pas encore d'appareil de mesure permettant de connaître à la fois précisément les valeurs des volumes injectés et les temps/angles 5 d'injection.

La présente invention a alors pour but de fournir un tel appareil de mesure qui permet donc d'effectuer à la fois ces deux mesures différentes.

A cet effet, le dispositif qu'elle propose est un dispositif de 10 mesure d'une quantité de carburant injectée par un injecteur utilisé dans un moteur thermique comportant une première chambre de mesure dans laquelle est injecté le carburant, un capteur de pression et un capteur de température mesurant respectivement la pression et la température régnant dans la première chambre de mesure ainsi que des moyens permettant de 15 vidanger au moins partiellement cette chambre de mesure, une section électronique pilotant le système et analysant des informations reçues par les capteurs.

Selon l'invention, ce dispositif comporte en aval de la première chambre de mesure une seconde chambre de mesure dans laquelle est 20 envoyé le carburant vidangé hors de la première chambre de mesure, et le volume de la seconde chambre de mesure est variable selon le déplacement d'un piston dont le déplacement est mesuré à l'aide d'un capteur de déplacement.

De cette manière, on obtient un dispositif qui permet de 25 connaître le débit de fluide en fonction du temps ainsi que la quantité précise de fluide injecté. Le fonctionnement de ce dispositif est alors par exemple celui décrit dans le paragraphe ci-après.

Lorsque le dispositif est prêt à réaliser une mesure, c'est à dire lorsque du fluide se trouve dans les première et seconde chambres de 30 mesure et qu'une pression de consigne prédéterminée est établie dans la première chambre de mesure, une injection est réalisée. Celle-ci provoque une augmentation de pression dans la première chambre de mesure, liée à la quantité de fluide injecté, aux caractéristiques du fluide, aux conditions d'environnement, notamment la température, la pression initiale et au 35 volume de la chambre. A la fin de l'injection, le fluide qui a été injecté est vidangé vers la seconde chambre de mesure. La pression dans la première

chambre de mesure est ainsi ramenée à sa valeur initiale et cette première chambre est prête à recevoir une seconde injection. Le fluide qui arrive dans la seconde chambre de mesure fait augmenter le volume de cette chambre en poussant le piston. Ce déplacement est mesuré et, connaissant 5 le diamètre du piston, une partie de la section électronique calcule le volume exact de fluide. Cette mesure permet à la section électronique de calibrer, à tout instant, très exactement, les mesures qui sont faites par la première chambre de mesure.

La première chambre de mesure permet donc de fournir avec 10 précision la "forme" de l'injection, tandis que la seconde permet de mesurer la quantité de carburant injecté. Le traitement effectué par la section électronique permet de compenser les défauts de chacune des mesures par les qualités de l'autre. La conception mécanique du dispositif est plus robuste que les dispositifs de l'art antérieur existant. Il n'est pas nécessaire 15 notamment d'utiliser de dispositif d'équilibrage de pression dans la seconde chambre de mesure. La contre pression est directement fournie par la pression d'injection dans la première cellule en jouant sur sa vidange. Le piston peut alors être simplement rappelé par un ressort. Les contraintes dans la seconde chambre de mesure étant sensiblement moindres que dans 20 une chambre de même type de l'art antérieur, cette chambre résiste beaucoup mieux et s'use bien moins rapidement.

Dans une forme de réalisation avantageuse du dispositif de mesure, une électrovanne rapide pilotée par une partie de la section électronique et un déverseur sont disposés entre les deux chambres de 25 mesure pour vidanger partiellement la première chambre de mesure après une injection jusqu'à retrouver dans la première chambre de mesure la pression régnant dans celle-ci avant cette injection.

Dans ce cas, la section électronique comporte avantageusement 30 un dispositif de compensation permettant de tenir compte d'une éventuelle différence de pression dans la première chambre de mesure après deux vidanges successives.

Pour pouvoir réaliser une vidange de la seconde chambre de mesure après chaque déplacement du piston, et ainsi effectuer les mesures 35 en partant toujours sensiblement de la même position initiale du piston, une électrovanne de vidange rapide est avantageusement prévue en aval de la seconde chambre de mesure.

Comme déjà évoqué plus haut, le piston peut être précontraint par exemple par un ressort vers la seconde chambre de mesure.

Dans une forme de réalisation avantageuse, le piston se déplace dans un cylindre à paroi lisse et comporte une gorge annulaire ouverte vers la paroi du cylindre. Cette gorge permet de piéger d'éventuelles fuites de gaz ou de fluide en évitant que ces fuites ne viennent perturber la mesure. Elle permet également d'alléger le piston. Elle permet aussi de limiter la surface du piston qui doit être rodée et appairée. Enfin, elle augmente la flexibilité du piston, ce qui permet de moins gêner le glissement de celui-ci dans le cylindre.

Le capteur de déplacement du piston utilisé est par exemple un capteur inductif, mais tout autre type de capteur peut être utilisé ici. On peut par exemple aussi utiliser un capteur optique, de type interférométrique. Un tel capteur est plus précis, linéaire et n'ajoute pas de masse mobile à la masse du piston. Par contre son coût est plus élevé et sa mise en œuvre plus délicate.

Le dispositif de mesure selon l'invention peut avantageusement comporter un système de refroidissement pour refroidir l'injecteur, la première chambre de mesure, le piston et le capteur de déplacement du piston. Ainsi, la température dans le dispositif de mesure est uniformisée et ses variations sont limitées, ce qui permet d'augmenter la précision des mesures effectuées. On utilise alors avantageusement dans le système de refroidissement le même fluide que celui qui est utilisé pour réaliser les injections.

De toute façon, l'invention sera bien comprise à l'aide de la description qui suit, en référence à la figure unique ci-jointe représentant à titre d'exemple non limitatif une forme de réalisation d'un appareil de mesure selon l'invention.

L'unique figure montre de manière très schématique la partie mécanique d'un appareil de mesure de quantité de carburant injectée par un injecteur selon l'invention.

L'unique figure représente un injecteur 2 monté sur un support d'injecteur 4. Cet injecteur 2 comporte une buse d'injection 6 qui se trouve dans une première chambre de mesure 8. Cette chambre de mesure est une chambre de volume constant. Elle est remplie d'un fluide qui présente des caractéristiques hydrauliques proches de celles d'un carburant mais avec

une température de point d'éclair bien plus élevée qu'un carburant afin de minimiser les risques d'incendie et d'explosion. Ce fluide est également le fluide qui est utilisé dans l'injecteur 2. Un réservoir 10 de ce fluide est prévu dans le dispositif représenté au dessin.

5 La première chambre de mesure 8 présente plusieurs entrées et plusieurs sorties. Elle présente tout d'abord une entrée de remplissage 12, une sortie de purge 14, une sortie de vidange rapide 16, et une sortie 18 vers une seconde chambre de mesure 20.

Pour remplir la première chambre de mesure 8, du fluide est  
10 pompé dans le réservoir 10 à l'aide d'une pompe 22 actionnée par un moteur 24. Une électrovanne 26 de remplissage rapide est montée entre la pompe 22 et l'entrée de remplissage 12 afin de commander le remplissage de la première chambre de mesure 8. Une électrovanne 28 est également prévue au niveau de la sortie 14 de purge. Pour la vidange de la chambre 8,  
15 une électrovanne de vidange rapide 30 est prévue. On peut remarquer ici que la sortie de vidange rapide 16 est avantageusement placée en un point bas de la première chambre de mesure 8, tandis que la sortie de purge 14 est placée en un point haut de cette chambre 8.

Entre la première chambre de mesure 8 et la seconde chambre  
20 de mesure 20 sont disposés une électrovanne de vidange 32 et un déverseur à pression réglable 34.

La seconde chambre de mesure 20 présente un volume variable. Elle est réalisée dans un cylindre 36 dans lequel se meut un piston 38. Ce piston 38 présente un fond 40 et une jupe 42. Le fond 42 est bombé et  
25 forme une paroi fermant la chambre de mesure 20. Pour maintenir le piston 38 en équilibre, un ressort 44 vient en appui sur le fond 40, du côté opposé à la chambre de mesure 20. On peut aussi bien avoir un piston à fond bombé, convexe ou concave, qu'un piston à fond plat.

Le déplacement du piston de mesure 38 est fourni par un  
30 capteur de déplacement 46, en prise par une pointe de contact 48 avec la face du fond 40 opposée à la chambre de mesure 20. Ce capteur de déplacement 46 est par exemple un capteur inductif.

La seconde chambre de mesure 20 comporte également un canal de vidange 50 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par  
35 une électrovanne de vidange 52 associée à un déverseur 54. L fluide vidangé retourne dans le réservoir 10. La paroi du cylindre 36 le long de

laquelle se déplace le piston 38 est une paroi lisse. Ce cylindre peut être ou non chemisé. La jupe 42 présente sur sa face extérieure une gorge annulaire 56. Cette gorge s'étend sur sensiblement la moitié de la hauteur du piston 38 et est centrée par rapport à la hauteur de celui-ci. On réalise 5 ainsi deux surfaces annulaires de guidage 58.

Ce dispositif mécanique décrit ci-dessus est associé à un dispositif électronique non représenté ici et qui reçoit des informations de deux capteurs de température 60, chaque chambre étant équipée d'un capteur de température 60 à réponse rapide ainsi que d'un capteur de 10 pression 62 situé au niveau de la première chambre de mesure 8.

Un système de refroidissement est également prévu dans le dispositif de mesure. Le fluide de refroidissement est le même que celui qui est injecté au niveau de l'injecteur 2. En aval de la pompe 22, se trouve un échangeur de chaleur 64. Le même réservoir 10 sert donc pour le fluide 15 injecté et pour le liquide de refroidissement. Ce fluide de refroidissement est envoyé au niveau du support d'injecteur 4 puis ensuite autour de la première chambre de mesure 8, au niveau du capteur de déplacement 46 et au niveau du piston 38. Une chambre annulaire 66 entoure le capteur de déplacement 46 et comporte un canal d'alimentation en fluide de 20 refroidissement et un canal pour le retour de ce fluide vers le réservoir 10. Une gorge 68 est prévue dans le support d'injecteur 4 pour permettre la circulation autour de celui-ci du liquide de refroidissement. Cette gorge 36 est alimentée en liquide de refroidissement par une conduite et le liquide de refroidissement, après avoir quitté la gorge 36, passe dans une chambre 25 annulaire 70 située autour de la première chambre de mesure 8 avant de retourner au réservoir 10.

La gorge annulaire 56 du piston 38 est également alimentée en fluide de refroidissement. Un canal d'alimentation est prévu à cet effet dans le cylindre 36. Un autre canal est également prévu pour le retour du 30 fluide de refroidissement vers le réservoir 10. Ce canal de retour est avantageusement décalé en hauteur par rapport au canal d'alimentation et se trouve de préférence au-dessus de ce dernier diamétralement opposé à celui-ci.

Le fonctionnement de ce dispositif de mesure est décrit ci- 35 après.

La première chambre de mesure est tout d'abord remplie de

fluide pompé dans le réservoir 10 à l'aide de la pompe 22 et en ouvrant l'électrovanne 26. Une fois la chambre remplie, celle-ci est purgée à l'aide de l'électrovanne 28 pour garantir qu'aucune bulle d'air ou d'autre gaz, ne se trouve à l'intérieur de celle-ci. Pour remplir la seconde chambre de mesure, on peut, au cours de ce remplissage, ouvrir l'électrovanne 32 vers la seconde chambre de mesure 20.

Pour mettre la première chambre de mesure 20 sous pression, on injecte du fluide par l'injecteur 2 dans la première chambre de mesure 8 jusqu'à obtenir une pression au-dessus de la pression de consigne. Grâce à l'électrovanne de vidange 32 et au déverseur 34, on ramène la pression dans la première chambre de mesure à la pression de consigne. La mesure proprement dite peut alors commencer. L'injecteur 2 réalise alors une injection de fluide dans la première chambre de mesure 8. Grâce aux capteurs, notamment le capteur de pression 62, on peut ainsi déterminer la courbe de débit de fluide injecté en fonction du temps. Cette injection provoque en effet une augmentation de la pression dans la première chambre de mesure. Lorsque la pression dans cette chambre n'augmente plus, on en déduit que l'injection est terminée. L'électrovanne 32 s'ouvre alors et reste ouverte jusqu'à ce que la pression dans la première chambre de mesure retrouve sensiblement la pression de consigne initiale. Le déverseur 34 permet de maintenir cette pression de consigne résiduelle dans la première chambre de mesure 8. Le fluide qui sort de la première chambre de mesure 8 est envoyé dans la seconde chambre de mesure 20. Le volume de cette seconde chambre de mesure 20 augmente donc, ce qui provoque un déplacement du piston 38. Le capteur de déplacement 46 mesure ce déplacement du piston 38, et en connaissant grâce au capteur de température 60 la température du fluide se trouvant dans la chambre 20, il est possible de déterminer la quantité de fluide qui a été introduite dans la seconde chambre de mesure 20.

Toutes les données obtenues sont alors envoyées dans une unité de traitement électronique. Les principales données sont la pression initiale dans la première chambre de mesure, la pression finale dans cette chambre, et la différence de pression au cours de l'injection, ainsi que le déplacement du piston 38. A l'aide d'une méthode de traitement dite des "matrices croisées", on obtient alors les résultats de la mesure. Ces résultats sont obtenus déjà avant une seconde injection. En effet, au cours

de la première injection le fluide est injecté dans la première chambre de mesure. Puis le fluide est transféré vers la seconde chambre de mesure 20. Une seconde injection peut alors avoir lieu dans la première chambre de mesure 8. Les résultats sont obtenus dès que le transfert de la première 5 chambre de mesure 8, vers la seconde chambre de mesure 20 est terminé, soit juste avant la seconde injection.

La deuxième chambre de mesure est vidangée grâce à l'électrovanne 52. Le second déverseur 54 permet de maintenir dans la seconde chambre de mesure 20 une seconde pression de consigne.

10 Dans la première chambre 8, la relation entre l'augmentation de la pression et le volume injecté n'est pas linéaire. Elle dépend notamment des caractéristiques du fluide, de la température et de la pression. Cette pression varie pendant l'injection, et ce phénomène est utilisé pour la mesure. La calibration est réalisée en injectant des volumes petits, mais pas 15 trop petits afin de conserver une précision sur la mesure,  $10 \text{ mm}^3$  par exemple pour une échelle de mesure de  $200 \text{ mm}^3$ . On effectue plusieurs injections successivement en commençant l'injection à des pressions différentes, choisies pour couvrir toute la plage des pressions rencontrées pendant le fonctionnement nominal. Chaque injection est mesurée 20 précisément par la deuxième chambre 20. Une série de points de correspondance entre une pression de départ dans la chambre, une petite variation de pression due à l'injection et le volume injecté est obtenue, à la température nominale des mesures avec le fluide d'essai réel, dans son état actuel. L'unité de calcul mémorise, périodiquement, un tableau de valeurs 25 permettant de linéariser et corriger en temps réel les mesures ultérieures. L'avantage de cette procédure est qu'elle ne fait appel à aucun dispositif extérieur. L'exploration des différentes pressions de départ se fait simplement en cumulant quelques injections sans ouvrir l'électrovanne de transfert vers la deuxième chambre ce qui a pour effet d'augmenter 30 progressivement la pression dans la première chambre 8 jusqu'aux environs de chaque valeur souhaitée pour mémoriser une courbe de linéarisation. Ce procédé de calibration est indiqué à titre d'exemple et d'autres procédés sont envisageables ici.

Ce dispositif de mesure permet d'obtenir avec précision la 35 quantité de fluide injectée par l'injecteur et fourni également avec précision la courbe de débit en fonction du temps.

Un dispositif électronique de compensation est prévu pour tenir compte d'une possible imperfection de la phase de vidange de la première chambre de mesure 8 et fournir des résultats de mesure précis même si la pression finale dans cette chambre, après la vidange, n'est pas strictement égale à la pression initiale nominale. Le système est capable de tenir compte de variations relativement importantes de ce paramètre. Cette fonction de compensation est importante car, entre autres facteurs, les temps de réponse à la fermeture et à l'ouverture de l'électrovanne ne sont pas absolument stables ni prévisibles, même si leur valeur moyenne est prise en compte par le système dans la séquence de pilotage de cette électrovanne.

Le déplacement du piston mesuré par le capteur de déplacement 46, par exemple un capteur inductif, permet, connaissant le diamètre exact du piston, de calculer le volume injecté. Cette mesure permet à la section électronique de calibrer, à tout instant, très exactement les mesures qui sont faites par la première cellule. La gorge 56 réalisée dans le piston apporte plusieurs avantages. Elle permet tout d'abord de piéger d'éventuelles fuites de gaz ou de fluide en évitant qu'elles ne viennent perturber la mesure. Elle permet également d'alléger le piston et donc de limiter les effets indésirables dus à son inertie mécanique. Elle permet enfin de réduire la surface du piston qui doit être parfaitement rodée et appairée avec la surface intérieure du cylindre en limitant cette surface de guidage à deux couronnes situées aux extrémités du piston. Le piston, notamment au niveau de sa jupe, présente une flexibilité supérieure à celle des pistons utilisés dans les dispositifs de l'art antérieur grâce à l'amincissement de la jupe. Tout ceci est réalisé sans rendre plus difficile la réalisation du piston et en permettant de plus, de réduire les contraintes qui gênent le glissement du piston 38 dans le cylindre 36.

De par la conception de ce système, il est inutile de prévoir une contre-pression sur le piston de mesure à l'aide d'azote sous pression. On évite ainsi tout risque de fuite de ce gaz. De plus, la mesure du volume et de la masse de carburant injecté au niveau de l'injecteur 2 se fait à température stabilisée. Ceci apporte fiabilité et précision à la mesure effectuée.

Le traitement effectué par la section électronique réunit les informations obtenues au niveau des deux chambres de mesure et permet

de compenser les défauts de chacune par les qualités de l'autre. Les résultats fournis à l'opérateur ou aux systèmes extérieurs de traitement de données connectées sont complètement prétraités par la section électronique et intègrent toutes les compensations.

5        La conception mécanique de ce dispositif de mesure est beaucoup plus robuste que dans les systèmes de l'art antérieur. Notamment, il n'est plus nécessaire d'utiliser le dispositif d'équilibrage de pression dans la première chambre de mesure. Cette contre-pression est fournie directement par la pression d'injection dans cette chambre en  
10 jouant sur sa vidange. La deuxième chambre de mesure à piston n'a plus besoin d'être particulièrement "rapide" puisqu'elle est remplie par l'électrovanne de vidange de la première chambre de mesure, dont on maîtrise le fonctionnement. Elle ne nécessite plus de travailler avec une contre-pression et un simple ressort est donc suffisant pour assurer son  
15 retour. Le piston travaillant avec des contraintes de pression moins élevées, les contraintes entre le piston et sa chemise sont limitées et l'usure est très sensiblement réduite.

Comme il va de soi, l'invention ne se limite pas au mode de réalisation décrit ci-dessus à titre d'exemple non limitatif ; elle en embrasse  
20 au contraire toutes les variantes dans le cadre des revendications ci-après.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure d'une quantité de carburant injectée par un injecteur (2) utilisé dans un moteur thermique comportant une première chambre de mesure (8) dans laquelle est injecté le carburant, un capteur de pression (62) et un capteur de température (60) mesurant respectivement la pression et la température régnant dans la première chambre de mesure (8) ainsi que des moyens permettant de vidanger au moins partiellement cette chambre de mesure, une section électronique pilotant le système et analysant des informations reçues par les capteurs (46, 60, 62),  
5 caractérisé en ce que ce dispositif comporte en aval de la première chambre de mesure (8) une seconde chambre de mesure (20) dans laquelle est envoyé le carburant vidangé hors de la première chambre de mesure (8), et  
10 en ce que le volume de la seconde chambre de mesure (20) est variable selon le déplacement d'un piston (38) dont le déplacement est mesuré à l'aide d'un capteur de déplacement (46).
- 15 2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une électrovanne rapide (32) pilotée par une partie de la section électronique et un déverseur (34) sont disposés entre les deux chambres de mesure (8, 20) pour vidanger partiellement la première chambre de mesure (8) après une injection jusqu'à retrouver dans la première chambre de mesure la pression régnant dans celle-ci avant cette injection.
- 20 3. Dispositif de mesure selon la revendication 2, caractérisé en ce que la section électronique comporte un dispositif de compensation permettant de tenir compte d'une éventuelle différence de pression dans la première chambre de mesure (8) après deux vidanges successives.
- 25 4. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte une électrovanne de vidange rapide (52) en aval de la seconde chambre de mesure (20).
- 30 5. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le piston (38) est précontraint par un ressort (44) vers la seconde chambre de mesure (20).
- 35 6. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le piston (38) se déplace dans un cylindr (36) à paroi lisse et en ce qu'il comporte une gorge annulaire (56) ouverte vers la paroi du cylindre (36).

7. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un système de refroidissement pour refroidir l'injecteur (2), la première chambre de mesure (8), le piston (38) et le capteur de déplacement (46) du piston.

5        8. Dispositif de mesure selon la revendication 7, caractérisé en ce que le fluide utilisé dans le système de refroidissement est le même que celui qui est utilisé pour réaliser les injections.

